

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 20 269 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
C 02 F 3/26  
C 02 F 1/78  
C 02 F 3/12  
C 02 F 3/30

21 Aktenzeichen: 199 20 269.9  
22 Anmeldetag: 3. 5. 1999  
43 Offenlegungstag: 8. 3. 2001

71 Anmelder:  
Philaqua Aufbereitungstechnik GmbH, 45964  
Gladbeck, DE

72 Erfinder:  
Leitzke, Ortwin, Dr., 41564 Kaarst, DE; Bidinger,  
Stefan, 52066 Aachen, DE; Dzedzig, Bernd, 32584  
Löhne, DE; Geiger, Markus, Dr., 32278 Kirchlingern,  
DE; Heckmann, Frank, 42579 Heiligenhaus, DE;  
Hölter, Heinrich, Prof. Dr., 45964 Gladbeck, DE;  
Hofer, Uwe, 38114 Braunschweig, DE; Linnhoff,  
Michael, 50674 Köln, DE; Rauch, Bernd, 79183  
Waldkirch, DE

56 Entgegenhaltungen:  
EP 8 87 314 A2  
JP 10015597 A als Patent Abstracts;  
JP 10034189 A als Patent Abstracts;  
HELMER, SEKOULO: Weitergehende  
Abwasserreinigung,  
1977, S. 188;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

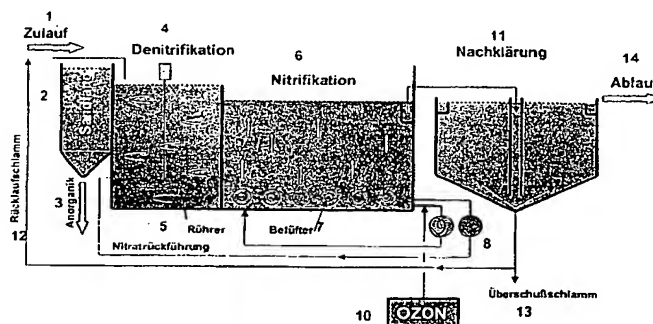
54 Direkte Ozonung von biologischen Belebungsstufen in Abwasserkläranlagen zum Zwecke der Reduzierung von Überschußschlamm

57 Der in einer biologischen Abwasserkläranlage normaler Weise anfallende Überschußschlamm wird erheblich reduziert, indem direkt der Sauerstoffversorgung für die aerobe Belebung geringe Mengen an Ozon (5 bis 50 g Ozon pro 1 kg organische Trockensubstanz in der Belebungs- und Tag) über ozonfeste Gaseintragsapparate, wie z. B. Teflonmembrane, Keramikkerzen oder Gas ansaugende Tauchpumpen oder Gas und Schlamm ansaugende Drehkolbenpumpen, die gleichzeitig die Belebungs- im Becken oder über einen Nebenstrom, der mindestens einen Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum zu klärenden Abwasserzulauf von 1 zu 1 zu 3 entspricht, umwälzt, zugegeben werden, womit ein Gleichgewicht zwischen Wachsen und Schädigen der Mikroorganismen im Belebungsschlamm erhalten wird.

Das Ozon wird sofort von der Flüssigkeit absorbiert und reagiert mit den darin enthaltenen Schlammflocken, indem es die Zellwände der Mikroorganismen angreift, den Zellsaft freisetzt und wieder für den biologischen Abbau bereitstellt. Der Sauerstoff als Trägergas für Ozon wird nicht abgetrennt, sondern für die erhöhte biologische Aktivität genutzt.

Der Vorteil der direkten Ozonung in der aeroben Schlammbelebungs nach diesem erfindungsgemäßen Verfahren liegt darin, daß entsprechend diesem einfachen Verfahren weniger Schlamm entsteht, entwässert, gepreßt und entsorgt werden muß, was Kosten einspart.

Schema Schlammoxidation 1



BEST AVAILABLE COPY

DE 199 20 269 A 1

DE 199 20 269 A 1

## Beschreibung

## 2.) Anwendungsgebiet

In Deutschland fallen pro Jahr ca. 50 Millionen Tonnen Klärschlamm hauptsächlich als Faulschlamm an, wovon bisher 65% deponiert, 10% verbrannt und 25% auf landwirtschaftlich genutzte Felder verteilt werden.

Die Beseitigung dieses Faulschlammes wird in Zukunft ein größeres Problem, weil die TA Siedlungsabfall von 1993 ab 2005 verbietet, solche Abfälle, die mehr als 5% organischen Anteil enthalten, auf Deponien zu bringen. Im Bundesland Nordrhein-Westfalen ist diese Frist sogar auf den 1. Juli 1999 festgesetzt worden, siehe Literatur 1 (Hermann Schwarz et al.: "Chemisch-oxidative Behandlung von Faulschlamm mit Wasserstoffperoxid", Wasser, Boden und Luft WLB 5, 1996, 44-47). Deshalb beschäftigen sich mehrere Gruppen damit, diese Schlammmenge entweder als Faulschlamm oder bereits vorher als Überschussschlamm der Biologie zu reduzieren.

## 3.) Zweck

Diese Erfindung bezweckt die Reduzierung des in der Belebung entstehenden und zu entsorgenden Klärschlammes.

## 4.) Stand der Technik

## 4.1) Chemisch-oxidative Behandlung von Faulschlamm mit Wasserstoffperoxid

Siehe Literatur 1: Hermann Schwarz et al.: "Chemisch-oxidative Behandlung von Faulschlamm mit Wasserstoffperoxid", Wasser, Boden und Luft WLB 5, 1996, 44-47. Es wird beschrieben, daß in ein Druckgefäß gefüllter Faulschlamm unter erhöhtem Druck von  $p > 10$  bar und erhöhter Temperatur von  $T > 100^\circ\text{C}$  unter Luft- oder Sauerstoffeinschluß mit Wasserstoffperoxid so aufgeschlossen werden kann, daß er entweder weitgehend mineralisiert oder so angekrackt ist, daß er sich bei einer folgenden biologischen Behandlung erheblich reduzieren läßt.

4.2) Chemisch-oxidative Behandlung von Überschussschlamm mit Ozon in einem Teilstrom, der entweder dem Belebungsbecken oder der Nachklärung der Belebung entnommen und nach der Ozonung in die Belebung geführt wird.

Siehe Literatur 2: EP 645347 AT 21.09.94, Kurita Water Industries Ltd. Die Japaner ozonen einen Teilstrom des Überschussschlammes außerhalb des Belebungsbeckens, z. B. in Begasungstürmen mit Ozonreserviermischer. Sie ziehen einen Teilstrom des Überschussschlammes entweder aus der Nachklärung oder aus der Belebung ab, fügen Ozon hinzu und führen den ozonten Teilstrom der Belebung wieder zu. Durch Ozon werden die Zellwände der Flocken und der Bakterien im Überschussschlamm angegriffen oder sogar zerstört. Der auslaufende biologisch abbaubare Zellsaft wird mit dem Teilstrom wieder der Belebung zugeführt. Auf diese Weise wird ein Gleichgewicht der Überschussschlammproduktion in der biologischen Stufe erreicht, so daß eine abzuführende Überschussschlammmenge minimiert oder gar vermieden wird.

## 4.3) Desintegration von Klärschlämmen

Siehe Literatur 3: Heft 61 des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft an der Technischen Universität Braunschweig.

Johannes Müller, Norbert Dichtel und Jörg Schwedes: "Klärschlammintegration, Forschung und Anwendung", Fachtagung am 10. und 11. März 1998 in Braunschweig.

Hier speziell: A. Scheminski, R. Krull und D. C. Hempel: "Mehrstufige Prozeßführung der Klärschlammstabilisierung mit mechanischem Aufschluß und Behandlung durch Ozon" Seiten 193-208.

Diese Gruppe beschäftigt sich mit der Desintegration von Klärschlämmen, gemeint ist damit eine Zerstörung der Flocke im abgetrennten Überschuß- oder Faulschlamm durch mechanische, chemische, biologische oder physikalische Methoden, um damit die Mikroorganismen in den Schlammflocken aufzuschließen und ihren Zellsaft für einen biologischen Abbau zugänglich zu machen und auf diese Weise die Schlammmenge zu reduzieren.

Die spezielle Gruppe Scheminski, Krull und Hempel arbeitet mit einem zweistufigen anoxischen biologischen Verfahren, in dem sie den verwendeten Faulschlamm sowohl mechanisch als auch mit Ozon aufschließt und besser für die Biologie zum Abbau und dadurch für die Faulschlammreduzierung verfügbar macht.

## 5.) Kritik des Standes der Technik

## Zu 4.1) Chemisch-oxidative Behandlung von Faulschlamm mit Wasserstoffperoxid

Diese Methode beschäftigt sich nicht mit dem Überschussschlamm, sondern mit der späteren Stufe des Faulschlammes.

Es erscheint uns aufwendig, große Mengen von Faulschlamm bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur mit Wasserstoffperoxid aufzuschließen.

## Zu 4.2) Chemisch-oxidative Behandlung von Überschussschlamm mit Ozon in einem Teilstrom

Die japanische Kurita-Gruppe braucht eine Abgasbehandlung und verschwendet Sauerstoff. Außerdem verursachen die Apparate der Teilstromozonung unnötige Investitions- und Betriebskosten.

## Zu 4.3) Desintegration von Klärschlämmen

Diese Forschungs- und Anwendungsgruppe befaßt sich zwar mit der Reduzierung von Faulschlamm und schließt ihn mechanisch, chemisch und physikalisch auf, sie benutzt auch Ozon zur oxidativen Zerstörung der Zellwände, aber sie behandelt ihn wieder anoxisch nach. Diese Prozedur erscheint uns ebenfalls technisch und wirtschaftlich als zu aufwendig.

## 6) Aufgabe

Es soll ein Verfahren erfunden und entwickelt werden, das Überschussschlamm in biologischen Abwasserkläranlagen technisch möglichst einfach mit einer sicheren hohen Verfügbarkeit auf ökologisch und ökonomisch sinnvolle Weise stark im Zuwachs vermindert und die zu entsorgende Menge sehr erheblich gegenüber dem jetzigen Zustand reduziert.

## 7) Lösung der Aufgabe

Die Lösung der Aufgabe, Klärschlamm technisch, ökologisch und ökonomisch sinnvoll zu reduzieren, besteht darin, daß der Sauerstoffversorgung für eine aerobe biologische Behandlung geringe Mengen Ozon, womit ein Gleichge-

BEST AVAILABLE COPY

wicht zwischen Wachsen und Schädigen der Mikroorganismen im Belebungsschlamm gehalten wird, zugegeben werden, indem das ozonhaltige Gas in Dosen zwischen 5 und 50 g Ozon pro 1 kg organische Trockensubstanz in der Belebungs- und Tag über ozonfeste Gaseintragsapparate, wie z. B. Teflonmembrane, Keramikkerzen oder Gas ansaugende Tauchpumpen oder Gas und Schlamm ansaugende Drehkolbenpumpen, die gleichzeitig die Belebungs- und Tag über einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen und zur Reaktion gebracht wird.

#### 8) Beschreibung der Verfahrensskizze zu

Direkte Ozonung von biologischen Belebungsstufen in Abwasserkläranlagen zum Zwecke der Reduzierung von Überschußschlamm

##### Variante 1

Das zulaufende (1) zu klärende Abwasser läuft über einen Sandfang (2) in die Denitrifikationsstufe (4) der Belebungs- und Tag über einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen und zur Reaktion gebracht wird. Von dort kommt es in die Nitrifikationsstufe (6) der Belebungs- und Tag über einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen und zur Reaktion gebracht wird. 25

Diese Pumpe (9) saugt auch ozonhaltiges Gas (10), was separat durch stille elektrische Entladung aus sauerstoffhaltigem Gas in einem Ozonerzeugungsapparat produziert wurde, an und drückt das Gemisch aus Wasser, belebtem Schlamm und Gas in das Nitrifikationsbecken, wobei das Ozon sofort in der Flüssigkeit absorbiert wird und darin die Schlammflocken und die Zellwände der Mikroorganismen angreift und für den biologischen Prozeß verfügbar macht, so daß ein sauerstoffhaltiges Gas übrig bleibt, was mit dem frei gewordenen Zellsaft und der noch Feststoff enthaltenen Flüssigkeit in die aerobe Belebungs- und Tag über einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen und zur Reaktion gebracht wird. 35

Der die Anlage durchlaufende Abwasserstrom, der dabei zwar eine Reinigung erfährt, aber noch Trübstoffe enthalten kann, wird in der Nachklärung (11) z. B. durch Sedimentation der Feststoffe, die durch die Ozonung stark in der Menge reduziert sind, nachgereinigt, bevor er in den Vorfluter oder in eine nachgeschaltete chemische Phosphatfällung abläuft. 40

Überschußschlamm aus der Nachklärung (11) wird entweder über die Rücklaufleitung (12) in die Denitrifikation (4) zurückgeleitet oder über einen Abzug (13) aus der Nachklärung entsorgt. 45

##### Variante 2

Das zulaufende (1) zu klärende Abwasser läuft über einen Sandfang (2) in die Denitrifikationsstufe (4) der Belebungs- und Tag über einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen und zur Reaktion gebracht wird. Von dort kommt es in die Nitrifikationsstufe (6) der Belebungs- und Tag über einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen und zur Reaktion gebracht wird. 60

Zur Denitrifikation des Nitrates ( $\text{NO}_3$ ) wird ein Wasser-Schlamm-Strom mit einer Pumpe (8) von der Nitrifikationsstufe in die Denitrifikationsstufe geführt. Das Nitrifikations-

becken (6) wird über die Belüftung (7) mit dem Luftkompressor (9) umgewälzt.

Das ozonhaltige Gas (10), was separat durch stille elektrische Entladung aus sauerstoffhaltigem Gas in einem Ozonerzeugungsapparat produziert wurde, wird aus dem Ozonerzeuger in die Gas führende Leitung zwischen Luftkompressor und Luftverteilung (7) in den unteren Teil des Beckens (6) gedrückt. Wo das Ozon sofort in der Flüssigkeit absorbiert wird und darin die Schlammflocken und die Zellwände der Mikroorganismen angreift und für den biologischen Prozeß verfügbar macht, so daß ein sauerstoffhaltiges Gas übrig bleibt, was mit dem frei gewordenen Zellsaft und der noch Feststoff enthaltenen Flüssigkeit die aerobe Belebungs- und Tag über einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen und zur Reaktion gebracht wird. 15

Der die Anlage durchlaufende Abwasserstrom, der dabei zwar eine Reinigung erfährt, aber noch Trübstoffe enthalten kann, wird in der Nachklärung (11) z. B. durch Sedimentation der Feststoffe, die durch die Ozonung stark in der Menge reduziert sind, nachgereinigt, bevor er in den Vorfluter oder in eine nachgeschaltete chemische Phosphatfällung abläuft. 20

Überschußschlamm aus der Nachklärung (11) wird entweder über die Rücklaufleitung (12) in die Denitrifikation (4) zurückgeleitet oder über einen Abzug (13) aus der Nachklärung entsorgt.

#### 9.) Erzielbare Vorteile

Der Vorteil der Ozonung in der aeroben Schlammbelebungs- und Tag über einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen und zur Reaktion gebracht wird. nach diesem erfindungsgemäßen Verfahren liegt darin, daß entsprechend diesem einfachen Verfahren weniger Schlamm entsteht, entwässert, gepreßt und entsorgt werden muß, was Kosten einspart.

Die neue Erfindung von PHILAQUA hält den Schlamm in den biologischen Belebungsbecken im Gleichgewicht und verhindert dort bereits die Bildung von großen Mengen Schlamm, die im Faulraum unter anoxischen Bedingungen stabilisiert und dann entsorgt werden müßten.

Gegenüber Kurita ozont PHILAQUA direkt die biologische Belebungs- und Tag über einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen und zur Reaktion gebracht wird. Sie benötigt keine Abgasbehandlung wegen Überschußozon, weil Ozon nur in sehr geringen unterstöchiometrischen Mengen bezogen auf den "chemischen Sauerstoffbedarf (CSB)" direkt in die Biologie gegeben wird, um einen Teil der Zellwände der Mikroorganismen im Schlamm der Belebungs- und Tag über einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen und zur Reaktion gebracht wird. 45

anzugreifen, z. B. 5-50 g Ozon pro Kg CSB in der Belebungs- und Tag über einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen und zur Reaktion gebracht wird. so daß keine Gefahr besteht, das biologische Leben total zu schädigen, sondern es bleibt durch Zuwachs und Schädigen im Gleichgewicht. Durch den Zellaufschluß mit Ozon wird der Zellsaft freigesetzt, er wird für die Biologie zugänglich und der biologische und chemische Sauerstoffbedarf steigen. Da ist es von Vorteil, daß Sauerstoff als Trägergas für Ozon nicht wie im Teilstrom ins Abgas geht, sondern mit Ozon direkt in die Belebungs- und Tag über einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen und zur Reaktion gebracht wird. 50

#### Patentansprüche

1. Ein Verfahren zur biologischen aeroben Behandlung und Reduzierung von Überschußschlämmen in Abwasserkläranlagen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Belebungs- und Tag über einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits- und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen und zur Reaktion gebracht wird. mit sauerstoffhaltigen Gasen, wie Luft, technisch gewonnener Sauerstoff und mit Sauerstoff angereicherte Luft, die alle mit kleinen Mengen an Ozon angereichert sind, so direkt begast wird, daß sich in der aeroben Biologie ein Gleichgewicht im belebten Schlamm zwischen Wachsen und Absterben von Mikroorganismen einstellt, indem das ozonhaltige Gas in Dosen zwischen 5 und 50 g Ozon pro 1 kg organische

Trockensubstanz in der Belebung und Tag über ozonfe-  
ste Gaseintragsapparate, wie z. B. Teflonmembrane,  
Keramikkerzen oder Gas ansaugende Tauchpumpen  
oder Gas und Schlamm ansaugende Drehkolbenpum- 5  
pen, die gleichzeitig die Belebung im Becken oder über  
einen Nebenstrom, der mindestens einem Flüssigkeits-  
und Schlammstrom im Verhältnis zum Abwasserzulauf  
von 1 zu 1 bis zu 1 zu 3 entspricht, umwälzen, direkt in  
das voll durchmischte Belebungsbecken eingetragen  
und zur Reaktion gebracht wird. 10

2. Ein Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der mit Ozon und sauerstoffhaltigen Gasen  
beschickten Belebung eine chemische Phosphatfällung  
folgt. 15

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

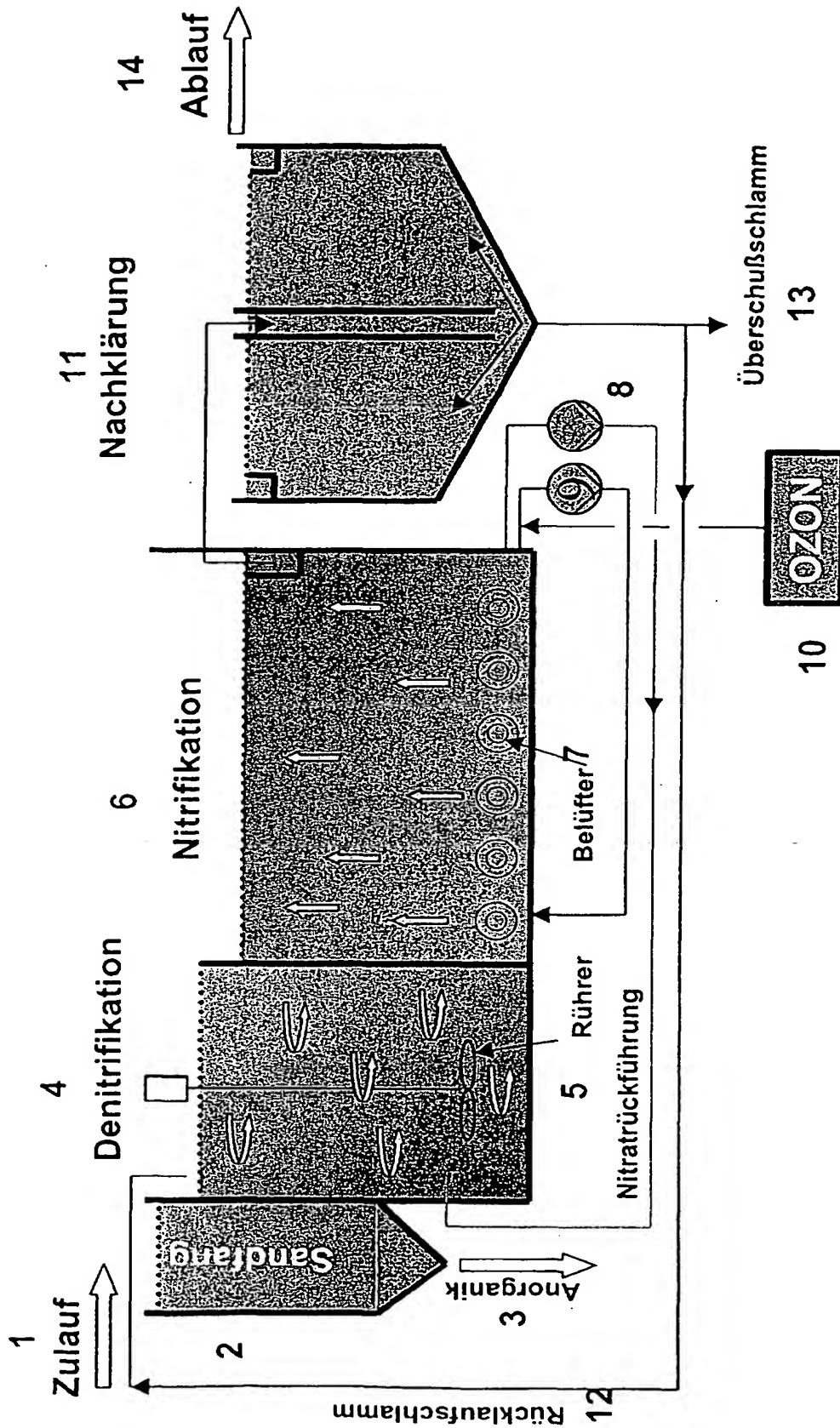
55

60

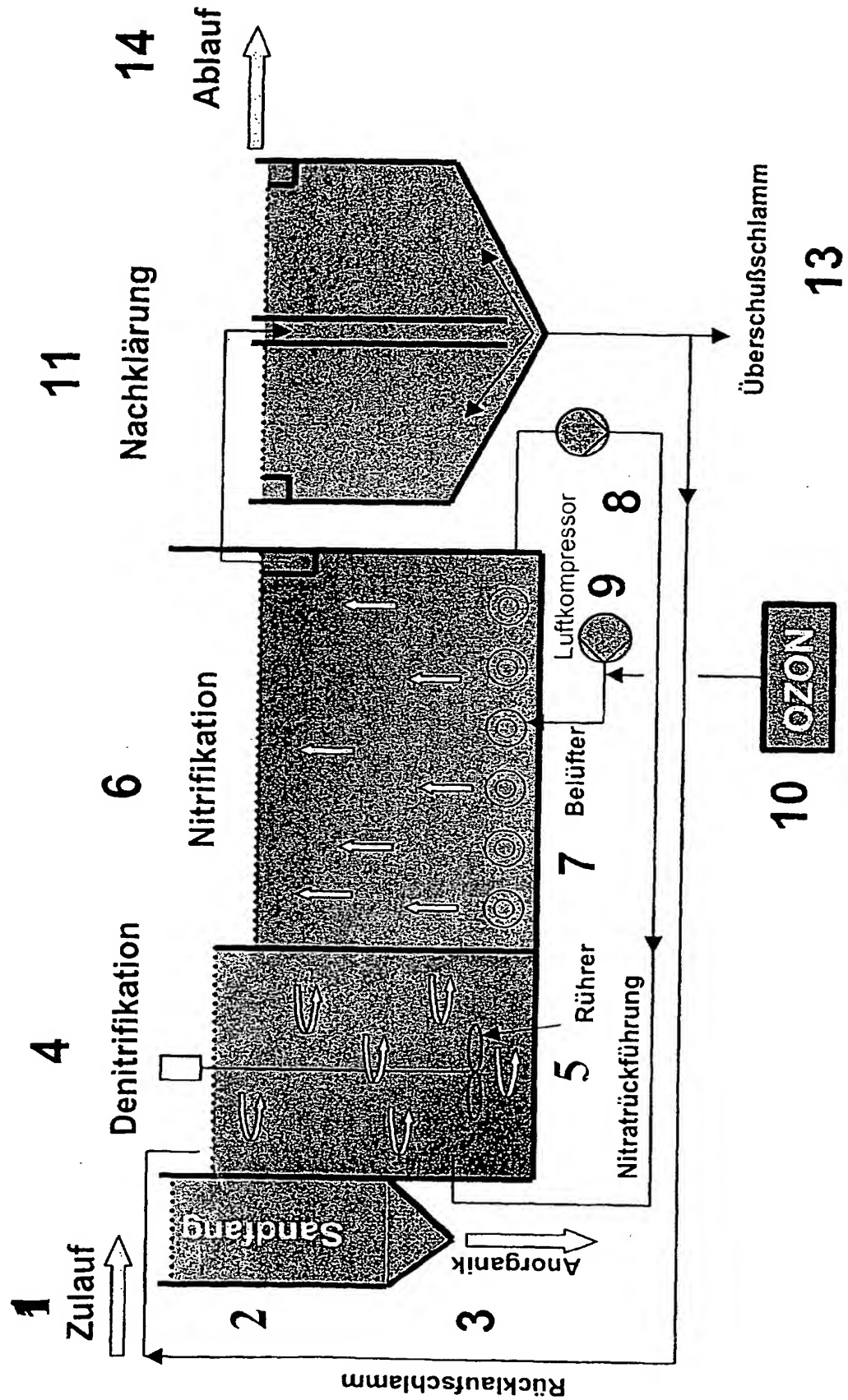
65

BEST AVAILABLE COPY

# Schema Schlammoxidation 1



# Schema Schlammoxidation 2



BEST AVAILABLE COPY